

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. Februar 2002 (07.02.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/10689 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01D 5/14**,  
5/16, 5/244

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LOHBERG, Peter**  
[DE/DE]; Am Ringelsberg 7, 61381 Friedrichsdorf (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/08920

(22) Internationales Anmeldedatum:  
1. August 2001 (01.08.2001)

(81) Bestimmungsstaaten (national): DE, JP, US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
100 38 033.6 2. August 2000 (02.08.2000) DE  
100 52 407.9 20. Oktober 2000 (20.10.2000) DE  
100 55 532.2 9. November 2000 (09.11.2000) DE

Veröffentlicht:

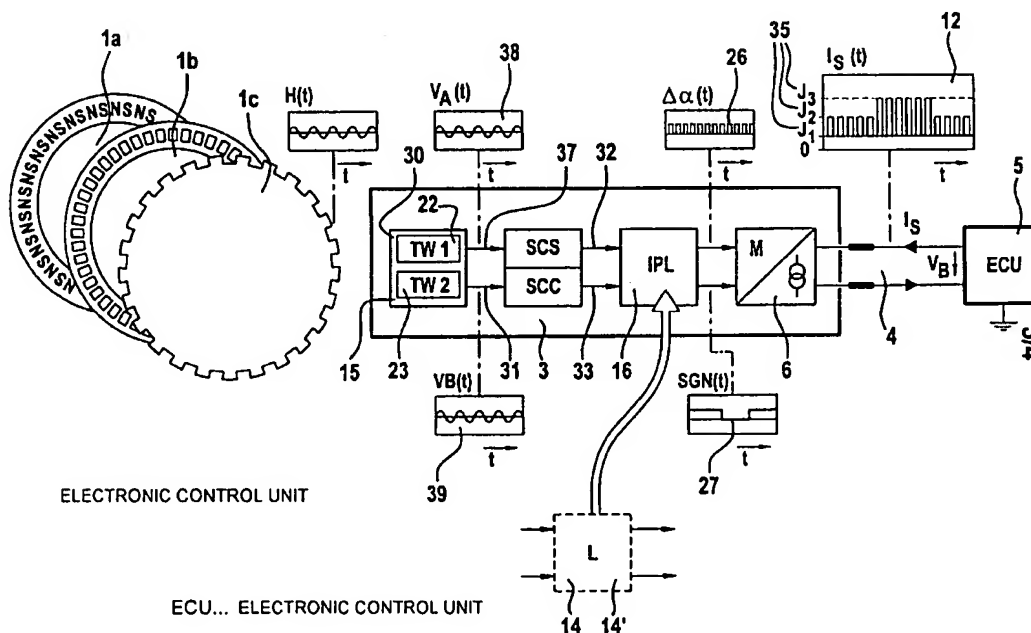
— mit internationalem Recherchenbericht  
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG**  
[DE/DE]; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt/Main (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ACTIVE MAGNETIC FIELD SENSOR, USE THEREOF, METHOD AND DEVICE

(54) Bezeichnung: AKTIVER MAGNETFELDSENSOR, DESSEN VERWENDUNG, VERFAHREN UND VORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to an active magnetic field sensor, especially a wheel-bearing sensor unit, comprising at least one magnetic sensor element (10, 21, 36) for converting a temporally periodic magnetic field into a temporally periodic electrical sensor signal at signal outputs (37, 31); and an electronic signal evaluation circuit. The magnetic field sensor is supplied with electricity via a sensor interface. Periodic signals (38, 39) of the magnetic field sensor element are actively electrically processed in two or more separate signal channels of the evaluation circuit, allocated to the sensor signals, respectively.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Beschrieben ist ein aktiver Magnetfeldsensor, insbesondere Radlagersensoreinheit, umfassend mindestens ein Magnetsensorelement (10, 21, 36) zur Umwandlung eines zeitlich periodischen magnetischen Feldes in ein zeitlich periodisches elektrisches Sensorsignal an Signalausgängen (37, 31) und eine elektronische Signalauswerteschaltung, wobei der Magnetfeldsensor über eine Sensorschnittstelle elektrisch versorgt wird, worin in zwei oder mehreren getrennten, jeweils den Sensorsignalen zugeordneten, Signalkanälen der Auswerteschaltung eine aktive elektrische Verarbeitung von periodischen Signalen (38, 39) des Magnetsensorelementes erfolgt.

## **Aktiver Magnetfeldsensor, dessen Verwendung, Verfahren und Vorrichtung**

Die Erfindung betrifft einen aktiven Magnetfeldsensor gemäß Oberbegriff von Anspruch 1, dessen Verwendung gemäß Anspruch 25, eine Radlagersensoreinheit gemäß Oberbegriff von Anspruch 22, eine Kraftfahrzeugbeeinflussungsvorrichtung gemäß Oberbegriff von Anspruch 23 sowie ein Verfahren gemäß Oberbegriff von Anspruch 26.

Aus der EP 0 736 183 A1 ist bekannt, für die Messung der Umlaufgeschwindigkeit der Räder eines Kraftfahrzeugs aktive Magnetfeldsensoren einzusetzen. Diese Sensoren werden zur Ermittlung u.a. der Fahrzeuggeschwindigkeit für elektronische Blockierverhinderungssysteme (ABS) und auch für Systeme zur Regelung der Fahrdynamik (ESP, TCS) benötigt und sind daher weit verbreitet.

Die aktiven Sensoren erfassen das Magnetfeld von mit dem Rad rotierenden sogenannten magnetischen Encodern, welche häufig als permanentmagnetischer Ring mit einer abwechselnden Folge von Nord-/Südpolmagnetisierungen ausgebildet sind. Es ist zudem verbreitet, daß die aktiven Sensoren die Drehzahlinformation über eine Stromschnittstelle an ein elektronisches Bremsensteuergerät (ECU) weiterleiten.

In einer ganzen Reihe von Kraftfahrzeugen werden heute für blockiergeschützte Bremsen und Fahrdynamikregelungen Encoder aus magnetisierten Körpern eingesetzt, die mit dem drehenden Ring eines Radlagers mechanisch verbunden sind. Dabei kann beispielsweise die Radlagerdichtung selbst die Encodermagnetisierung aufweisen. Es ist auch üblich, als Geberräder für die aktiven Sensoren ferromagnetische Encoder, wie Zahnräder oder Lochscheiben aus Stahl zu verwenden, z.B. magnetisierte.

Radlagerdichtungen.

Es sind auch aktive Sensoren bekannt geworden, die neben der Raddrehzahl auch die Drehrichtung erfassen. In der Deutschen Patentanmeldung DE 19634715.7 wird eine entsprechende Anordnung zur Erfassung des Drehverhaltens eines rotierenden Encoders beschrieben. Der aktive Sensor umfaßt ein magnetoresistives Widerstandselement, das ein Magnetfeldsignal aufnimmt und dieses an einen Modulator weitergibt, der in Abhängigkeit von der Raddrehzahl das Stromsignal moduliert. Das an das Bremsensteuergerät geleitete Stromsignal ist pulsförmig codiert, wobei Impulse mit zwei Amplituden übertragen werden. Der Abstand der Impulse mit der höheren Amplitude ist ein Maß für die Raddrehzahl. Nach der DE 19634715.7 ist es möglich, zwischen diesen Impulsen, in der mehr oder minder kurzen Pulspause, einzelne Statusbits zu übertragen, wobei der Zustand eines der übertragenen Bits auch eine Information über die Drehrichtung des Rades enthält.

In Deutschen Patentanmeldung DE 19911774.8 wird eine Schnittstelle für den obigen Drehzahlsensor beschrieben, bei der die Drehrichtungsinformation und deren Gültigkeit als 2-Bit-Information innerhalb eines 8-Bit-Wortes enthalten ist, das nach jedem Drehzahlimpuls gesendet wird.

Es sind ferner aktive Sensorelemente auf Basis des Hall-Effektes erhältlich (TLE 4942, Infineon Technologies AG, München), die ein Ausgangssignal in Form einer Stromschnittstelle bereitstellen, welches neben der Drehzahl auch eine Drehrichtungsinformation kodiert überträgt. Das erzeugte Signal besteht aus einfachen rechteckförmigen Stromimpulsen der gleichen Amplitude, wobei die Zusatzinformation über die Drehrichtung durch die Impulsbreite kodiert ist.

Anordnungen zur Raddrehzahlerfassung in Kraftfahrzeugen müssen hochgenau arbeiten, zuverlässig sein und eine kostengünstige Fertigung erlauben. Zudem ist der zur Verfügung stehende Bauraum meist stark begrenzt. Da Raddrehzahlsensoren außerdem über lange Zeiträume rauen Umgebungsbedingungen ausgesetzt sind, sind besondere konstruktive Maßnahmen erforderlich, um die oben aufgeführten Anforderungen erfüllen zu können.

Bei den bekannten Raddrehzahlsensoren auf Basis magnetoresistiver Effekte, wie AMR (Anisotrop Magneto Resistive)-Sensoren oder GMR (Giant Magneto Resistive)-Sensoren, für die Anwendung in geregelten Bremssystemen, die neben der Raddrehzahlinformation zugleich eine Information über die Drehrichtung übertragen, entspricht bei einem magnetisierten Encoder die Anzahl der erzeugten Signalperioden am Ausgang des aktiven Sensors genau der während einer Encoderumdrehung am Sensorelement vorbeibewegenden Anzahl von Nord-/Südpolwechseln bzw. bei einem ferromagnetischen Geber der Anzahl von Zahn/Lückewechseln. Das heißt, jedem Magnetisierungswechsel entspricht ein Impuls am Ausgang des Sensors.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß es zur Zeit bei Antiblockiersystemen standardmäßig üblich ist, den Umfang des Encoders (Lesespur) in etwa 48 Nord-/Südpolpaare zu unterteilen.

Die Erfindung setzt sich mit dem Gedanken auseinander, daß es sinnvoll ist, bestehende Systeme zur Regelung des Fahrzustandes von Kraftfahrzeugen durch Erhöhung der Auflösung und Informationsvielfalt bei der Raddrehzahlerfassungsanordnung zu verbessern. So ist es beispielsweise wünschenswert, ein genaueres Antiblockiersystem bereitzustellen, mit dem sich durch eine höhere Auflösung der Bremsweg verkürzen läßt.

Die Erfindung schlägt daher einen aktiven Magnetfeldsensor zur Erfassung der Raddrehzahl gemäß Anspruch 1 vor.

Nach der Erfindung wird ein aktiver Raddrehzahlsensor vorgeschlagen, mit dem sich gegenüber bekannten Sensoren eine bezüglich der erzeugten Signalimpulse pro Encoderpolwechsel eine erhöhte Winkelauflösung erzielen läßt und zugleich ein zeitlich mit dem Drehzahlimpuls synchron übertragenes Drehrichtungssignal bereitgestellt werden kann.

Der Raddrehzahlsensor nach der Erfindung umfaßt vorzugsweise ein Magnetsensorelement zur Umwandlung eines zeitabhängigen periodischen magnetischen Feldes in ein zeitabhängiges periodisches elektrisches Sensorsignal, bei dem an zwei Signalausgängen jeweils ein periodisches elektrisches Sensorsignal erzeugt wird und diese Signale gegeneinander eine Phasenverschiebung von  $\pm\varphi$  aufweisen. Mit Hilfe der unabhängigen periodischen Signale läßt sich u.a. die Drehrichtung eines Encoders erkennen.

Der Sensor nach der Erfindung läßt sich mit Magnetwandlern unterschiedlicher Wirkungsweise herstellen. So können beispielsweise magnetoresistive Sensorelemente oder Hall-Sensorelemente eingesetzt werden.

Erfindungsgemäß bevorzugt werden als magnetoresistive Sensorelemente Strukturen mit einer an sich bekannten Barper-Pole-Struktur zur Linearisierung der Kennlinie eingesetzt. Als Sensorelemente können aber auch magnetoresistive Elemente ohne Barper-Pole-Struktur z.B. in einer auf einer Ebene angeordneten elektrischen Brückenschaltung eingesetzt werden, bei denen die Normale der Sensorebene so ausgerichtet ist, daß diese senkrecht zur Normalen auf der Encoderspur und senkrecht zur Laufrichtung des Encoders ausgerichtet ist. Hier-

- 5 -

durch wird eine während der Encoderbewegung sich im Sensorelement um  $360^\circ$  drehende Vektorkomponente des Encoders ausgenutzt. Aufgrund des bei Drehzahlsensoren stets vorhandenen Luftspalts werden dabei in der Regel jedoch nicht alle im Sensorelement vorhandenen Gebiete aus magnetfeldempfindlichem Material durch das Magnetfeld vollständig magnetisch gesättigt, wie dies bei an sich bekannten Winkelsensoren, bei denen ein Permanentmagnet unmittelbar über der Sensorebene rotiert, der Fall ist.

Als Wandler Elemente, die nach dem Hall-Effekt arbeiten, werden bevorzugt Differenz-Hall-Elemente verwendet, welche an sich bekannt sind. Die Hall-Elemente können insbesondere auch so ausgeführt sein, daß diese ein gemeinschaftliches Mittennareal und zwei Außenareale aufweisen, welche zueinander um einen bestimmten Betrag verschoben sind.

Zur Erfassung der rotatorischen Bewegungsgröße ist zusätzlich ein Impulsgeber nötig, der im Sinne der Erfindung als Encoder bezeichnet wird. Bei einem Encoder handelt es sich um ein Maschinenelement, in das ein inkrementaler Winkelmaßstab, die sogenannte Encoderspur, in Form einer gleichmäßigen Einteilung eingeprägt ist. Im Beispiel der Raddrehzahlerfassung ist der Encoder mit dem drehenden Rad mechanisch verbunden und die Encoderspur wird durch den ortsfest am Fahrzeug befestigten Sensor berührungslos über einen Luftspalt magnetisch abgetastet.

Der in der erfindungsgemäßen Anordnung einsetzbare Encoder enthält im Bereich des Umfangs entweder ein permanentmagnetisierbares Material oder ein ferromagnetisches Material.

- 6 -

Bei einem Encoder aus ferromagnetischen Material kann der Encoder zweckmäßigerweise im wesentlichen vollständig aus dem ferromagnetischen Material bestehen.

Besonders bevorzugte ferromagnetische Encoder sind z.B. Zahnräder aus Stahl oder Lochscheiben, welche eine Strukturierung entlang des Umfangs aufweisen, wie z.B. eine Folge von Zahn/Lücke bzw. Loch/Steg.

In Verbindung mit ferromagnetischen Encodern lassen sich als Sensorelemente Induktionsspulen, magnetoresistive Strukturen und Hall-Elemente verwenden, wobei auf Grund der fehlenden Permanentmagnetisierung bei dieser Art von Encodern ein in der Regel am Sensorelement angebrachter Permanentmagnet erforderlich ist.

Handelt es sich um einen ein permanentmagnetisierbares Material enthaltenden Encoder, ist vorzugsweise im Bereich des Umfangs eine multipolare Magnetisierung aufgebracht, insbesondere in Form einer Folge von abwechselnden Nord- und Südpol-Magnetisierungen des permanentmagnetischen Materials. Die Multipole bilden dann einen inkrementalen Winkelmaßstab entlang des Encoderumfangs.

Im Falle ringförmiger Encoder bilden die Areale eine kreisförmige sogenannte Encoderspur, welche entweder auf der Umfangsfläche eines scheibenförmigen Encoders oder auf der Scheibenfläche aufgebracht sein kann.

Gemäß der Erfindung wird unter einem aktiven Sensor ein Meßfühler verstanden, der zu seinem Betrieb eine externe elektrische Energieversorgung benötigt.

Werden als Sensorelemente Hall-Elemente eingesetzt, sind als Encoder bevorzugt permanentmagnetische Encoder oder ferromagnetische Encoder vorgesehen.



Die Sensorelemente wandeln das periodische magnetische Signal in ein periodisches elektrisches Signal um, dessen Periode einfach oder mehrfach die inkrementale Winkelteilung des Encoders als zeitliches Spannungs- oder Stromsignal abbildet.

Die magnetoresistiven Sensorelemente sind bevorzugt entweder AMR- oder GMR-Sensoren. Besonders bevorzugt werden magnetoresistive Sensoren nach dem AMR-Prinzip eingesetzt.

Auf dem Sensorelement sind die magnetfeldempfindlichen Strukturen bevorzugt flächenförmig insbesondere auf einer gemeinsamen Hauptebene des Sensorelementes angeordnet. Die Strukturen erzeugen in Verbindung mit einer Auswerteschaltung in Abhängigkeit von der Feldstärke und von der Richtung des Feldes ein elektrisches Signal.

Die auf dem Sensorelement angeordneten Sensorschaltungen (Wandler) zur Messung des Magnetfelds sind vorzugsweise in Form von Brückenschaltungen (z.B. Wheatstone-Brücke), Mehrfachbrücken (Brückenarrays) oder Teilbrücken aufgebracht. Eine Wheatstone-Brücken umfaßt zwei Teilbrücken. Mehrfachbrücken sind Brückenschaltungen mit mehr als zwei Teilbrücken. Unter Teilbrücken werden daher Teile einer Sensorschaltung verstanden, die gemeinsam eine Vollbrücke (Wheatstone-Brücke) ergeben. Bevorzugt sind die Teilbrücken nach der Erfindung so zueinander angeordnet, daß in Abhängigkeit eines sich zeitlich nach Maßgabe der Encoderdrehung verändernden Magnetfeld die erzeugten Signale gegeneinander um die Phase  $\varphi$  verschoben sind.

Vorzugsweise werden in den Sensorelementen zwei voneinander unabhängige Teilwandler genutzt, die entweder um einen Abstand  $d$  gegeneinander versetzt um einen Winkel  $\Phi$  gegeneinander

der verdreht sind.

Der besagte Versatz bzw. die besagte Verdrehung bewirkt dann die bereits weiter oben erwähnte Signalphasenverschiebung  $\varphi$  am Ausgang des Sensorelements.

Im Fall von zwei Teilwandlern (Vollbrücken oder Halbbrücken) lassen sich zwei phasenverschobene, voneinander unabhängige Teilsignale, z.B.  $A \cdot \sin(\omega \cdot t)$  und  $B \cdot \sin(\omega \cdot t \pm \varphi)$ , gewinnen.

Es ist bevorzugt, die Verdrehung oder Verschiebung durch Anpassung von Wandler und Encoder so zu gestalten, daß im wesentlichen zueinander orthogonale Teilsignale erhalten werden. Dies kann geschehen, indem die Anordnung aus Encoder und Sensorelement so konzipiert wird, daß in der obigen Formel eine Identität von A und B sowie ein Winkel  $\varphi$  von  $90^\circ$  angestrebt wird.

Je nach Orientierung des Sensorelements zum Encoder kann es zweckmäßig sein, zur Vorspannung des magnetoresistiven Elements einen Vorspannmagneten einzusetzen.

Mit dem Magnetsensor nach der Erfindung kann ein Encoder mit einer erhöhten Orts- bzw. Winkelauflösung abgetastet werden. Je nach Anwendungsfall kann es entweder wünschenswert sein, die erhaltene Auflösungserhöhung zur Bereitstellung beispielsweise eines genaueren Antiblockiersystems zu verwenden oder die Auflösung der Sensoranordnung durch eine gröbere Aufteilung (Erhöhung des Moduls) des Encoders so zu kompensieren, daß die Auflösung des Sensorausgangssignals unverändert bleibt. Die letztgenannte Anwendung besitzt den Vorteil, daß der Luftspalt durch die erfindungsgemäß bereitgestellte interne Auflösungserhöhung beträchtlich vergrößert werden kann.

So läßt sich beispielsweise eine Sensoranordnung realisie-

- 9 -

ren, welche einem Modul von etwa 2 mm noch bis zu einem Luftspalt von 2 mm noch zuverlässig arbeitet, wobei der Modul m das Verhältnis von Lesespurdurchmesser zur Anzahl der auf dem Encoderumfang angeordneten Nord-/Süd-Polpaare ist.

Es kann auch zweckmäßig sein, statt des Luftspaltes den Polteilungs jitter zu verringern. Unter einem Polteilungs jitter (auch Polteilungsfehler) wird die Einzelabweichung der Signalperioden zum mittleren Wert einer Signalperiode bezogen auf einen Encoderumlauf verstanden. Der Polteilungs jitter in der magnetischen Anordnung aus Geberrad und Sensorelement beträgt bevorzugt höchstens 2 %. Selbstverständlich ist auch eine Kombination von Luftspalterhöhung und Perioden jitterverringern denkbar.

Die Erfindung betrifft ferner eine Radlagersensoreinheit gemäß Anspruch 22.

Bei der Radlagersensoreinheit nach der Erfindung weist der Encoder, welcher in der Regel in der Radlagerdichtung integriert ist, einen relativ kleinen Lesespurdurchmesser auf. Demgegenüber sind die erforderlichen Luftspalttoleranzen jedoch im wesentlichen genauso groß, wie bei nicht im Radlager integrierten Radrehzahlsensoranordnungen. Würde nun zum Zwecke der gewünschten Auflösungserhöhung bei bekannten Radlagersensoranordnungen der Lesespurdurchmesser verkleinert, würde sich bei gegebenem Luftspalt das Modul reduzieren, was hinsichtlich der Fertigungskosten des Encoders unvorteilhaft ist. Auch wäre eine feinere Aufteilung der Nord-/Südpolpaare bei vorgegebenem Lesedurchmesser ebenfalls nachteilig, da sich der Modul, z.B. bei Verdopplung der Winkelauflösung auf die Hälfte verringerte. Demnach kann in beiden genannten Fällen das Problem des niedrigen Verhältnisses von Modul zu Luftspalt nicht

- 10 -

verbessert werden. Der gleiche ungünstige Zusammenhang ergibt sich in Bezug auf den Polteilungsjitter.

Mit der Anordnung nach der Erfindung besteht auf Grund der internen Auflösungserhöhung des Sensors der Vorteil, daß sich der nutzbare Luftspaltbereich bis zum Erreichen des zulässigen Grenzwertes des Periodenjitters, vergrößert.

Weitere Ausführungsformen der Erfindung kommen in der Kraftfahrzeugbeeinflussungsvorrichtung nach Anspruch 23 sowie durch das Verfahren zum Eingriff in die Weiterfahrt eines Kraftfahrzeugs gemäß Anspruch 26 zum Ausdruck.

Die erfindungsgemäße Kraftfahrzeugbeeinflussungsvorrichtung besitzt im wesentlichen die Bestandteile einer an sich bekannten Fahrdynamikregelung, wobei diese gemäß der Erfindung um geeignete Schaltungen oder sonstige geeignete Mittel zur Auswertung des Richtungssignals erweitert ist. Solche Mittel können unter anderem neben einer Änderung der Eingangsschaltung darin bestehen, daß die von einem Mikroprozessor verarbeiteten Algorithmen einer Regelungsschleife durch geeignete zusätzliche Unterprogramme erweitert werden.

Zur Beeinflussung der Weiterfahrt besitzt die Vorrichtung Mittel zur Beeinflussung der Weiterfahrt, wie z.B. Algorithmen in einem Bremsensteuergerät, welche in die Bremsenalgorithmen eingreifen, oder eine Schnittstelle zum Eingriff in das Motormanagement oder eine Schnittstelle zu einer elektronisch steuerbaren Kupplung. Mit den Beeinflussungsmitteln in Verbindung mit dem weiter oben beschriebenen richtungssensitiven hochauflösenden Drehzahlsensor kann besonders zweckmäßig das Rollen des Fahrzeugs auf eine schiefen Ebene verhindert werden, wobei

- 11 -

sich das beschriebene System insbesondere als Anfahrhilfe am Berg eignet

Wie bereits beschrieben, wird der Raddrehzahlsensor nach der Erfindung bevorzugt in ein Radlager integriert, ganz besonders bevorzugt erfolgt der Einsatz in solchen Radlageranordnungen, bei denen die Radlagerdichtung zugleich als magnetisierter Encoder genutzt wird.

Es ist auch bevorzugt, den erfindungsgemäßen Sensor in elektrischen Lenkungen einzusetzen.

Des weiteren betrifft die Erfindung die Verwendung des Sensors nach der Erfindung in Systemen mit bereits vorhandenen Wegrollsperrern bzw. in Diebstahlsicherungssystemen für Fahrzeuge und in Bremspedalweggebern für Kraftfahrzeuge.

Bei dem vorstehend erwähnten Bremspedalweggeber, auf den sich die Erfindung ebenfalls bezieht, handelt es sich bevorzugt um eine Vorrichtung, bei der mit einem Kraftübernahmemittel (beispielsweise eine Stange zur Übertragung der Kraft eines Bremspedals auf den Bremszylinder), welches sich als Folge der Bremsbetätigung bewegt, ein linearer bzw. stabförmer Encoder mitbewegt wird und wobei die Vorrichtung zwei oder mehrere ortsfest mit dem Gehäuse der Vorrichtung verbundene aktive Raddrehzahlsensorelemente nach der Erfindung umfaßt. Eine entsprechende Bremsvorrichtung ist in der älteren Deutschen Patentanmeldung DE 100 10 042 A1 beschrieben. Die beschriebene Vorrichtung umfaßt insbesondere ein verschiebbares Element mit dem Encoder, welches durch ein mit dem Stator verbundenes Lager geführt wird. Das Lager umgreift dabei das verschiebbare Element zumindest teilweise und führt dieses in axialer Richtung. Der Encoder ist dabei mit dem verschiebbaren Element formschlüssig verbunden, ins-

besondere in diesen eingebettet.

Vorteilhafterweise weist der erfindungsgemäße Bremspedalgeber neben einer besonders geringen Hysterese eine Richtungs-erkennung und eine hohe Ortsauflösung auf.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen oder aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung.

Es zeigen

- Fig. 1     in schematischer Darstellung eine Anordnung zur Erfassung von Raddrehzahlen nach dem Stand der Technik,
- Fig. 2a    eine Anordnung mit magnetischem Sensorelement ohne Barper-Pole mit rotierendem Feldvektor,
- Fig. 2b    eine erfindungsgemäße Anordnung eines Sensorelements mit Barper-Polen,
- Fig. 3     eine erfindungsgemäße Anordnung mit Encoder und aktivem Sensor mit zwei Teilwandlern,
- Fig. 4     eine weitere erfindungsgemäße Anordnung mit Encoder und aktivem Sensor, der ein alternatives AMR-Sensorelement mit gegeneinander um den Betrag "x" verschobenen Halbbrücken enthält.

Die allgemeine Struktur einer gattungsgemäßen Sensoranordnung mit einem aktiven Weg- oder Winkel-Sensor 3 ist in Fig. 1 dargestellt. Sie besteht aus einem rotierenden Encoder 1 mit Nord-/Südpol-Magnetisierung, welcher in Richtung des Pfeils

31 rotiert. Während der Drehung wird das winkelabhängige Magnetsignal 2 (Magnetfeld  $H(\alpha)$ , siehe auch Bezugszeichen 42 in Fig. 2) erzeugt. Das Magnetsignal 2 wird vom ortsfest mit der Karosserie des Kraftfahrzeug verbundenen Sensorelement eines aktiven Sensors 3 aufgenommen und in ein elektrisches Signal gewandelt.

Das Sensorelement 36 ist in der Weise ausgebildet, daß aus den elektrischen Ausgangssignalen neben der Winkelgeschwindigkeit des Encoders zusätzlich auch die Drehrichtung bzw. Verschieberichtung des Encoders abgeleitet werden kann. Die Drehzahlinformation und die Drehrichtungsinformation werden einem Modulator 41 zugeführt, der daraus ein kodierte Signal erzeugt. Durch den Modulator werden dann zur Erzeugung des Signalstroms eine oder mehrere Stromquellen 6 angesteuert.

Die Stromquelle 6 erzeugt nach Maßgabe der Sensorelementsignale einen Signalstrom  $I_s$  an Schnittstelle 4 mit rechteckförmigen Stromimpulsen, welcher über eine zweiadrige Leitung an eine elektronische Kontrolleinrichtung 5 geführt wird, wobei das Bremsensteuergerät ganz allgemein eine Kontrolleinrichtung sein kann, die mit einem Mikroprozessorsystem ausgestattet ist.

Es kann in bestimmten Fällen zweckmäßig sein, auf an sich bekannte Weise zwischen den Raddrehzahlimpulsen in den Pulspausen der Drehzahlsignale Zusatzinformationen in Form codierter Signale zu übertragen. Die Zusatzsignale können in Form einzelner Bits übertragen werden, wobei beispielsweise jedes einzelne Bit einen Betriebszustand des Rades (Luftspalt, Drehrichtung etc.) oder auch der Bremse (z.B. Bremsbelagverschleiß) angibt. Zweckmäßigerweise ist die Amplitude der Zusatzsignale geringer, als die Amplitude der Drehzahlimpulse.

Steuergerät 5 umfaßt zur Auswertung der Schnittstellensignale eine Eingangsstufe 7, der eine Demodulationsstufe 40 nachgeschaltet ist, in der Winkelgeschwindigkeit und Drehrichtung als separate Informationen zurückgewonnen werden.

Fig. 2 zeigt schematisch die Abwicklung 8 einer Encoderspur. Entlang der Encoderspur verlaufen die Magnetfeldlinien  $H(\alpha)$  42 bzw. im abgewickelten Fall  $H(y)$  im wesentlichen in y- und z-Richtung des Raumes nach Maßgabe des Koordinatensystems 9 mit den Vektorkomponenten x, y und z.

Fig. 2a zeigt eine Anordnung, bei der die Signalperiode  $\lambda'$  mit der Encoderperiode  $\lambda$  im wesentlichen übereinstimmt. Die AMR-Struktur 10 besteht aus einer Fläche mit einer Brückenschaltung aus vier Einzelelementen 11. Die Fläche des Sensorelementes ist parallel zur Encoderspur ausgerichtet, d.h. die Flächennormale zeigt in Richtung der z-Achse (Normale auf der Encoderspur). Bei einer Bewegung des Sensorelementes entlang der y-Achse rotiert der magnetische Feldvektor in z-Richtung durch die Flächenebene der AMR-Struktur hindurch. Bei Sensorelementen 10 und 21 in Teilbild a) werden, wie dies im Bereich der Raddrehzahlsensorik üblich ist, den AMR-Elementen auf an sich bekannte Weise sogenannte Barber-Pole überstrukturiert, wodurch sich unter anderem die Periode des Sensorsignals an die Periode anpassen läßt.

Das Sensorelement in Fig. 2b, welches im aktiven Sensor nach der Erfindung ebenfalls einsetzbar ist, weist keine Barber-Pole auf. Im Gegensatz zu Fig. 2a ist die Fläche 30 senkrecht zur Encoderspur ausgerichtet. Die Sensorelemente umfassen eine Brückenschaltung aus AMR-Elementen 11. Bei einer Bewegung des Sensorelementes entlang der y-Achse rotiert der magnetische Feldvektor in z-Richtung durch die Flächenebene der AMR-Struktur. Am elektrischen Ausgang des Sensorelements



entstehen pro Nord-/Südperiode  $\lambda$  das Signal  $V_s$ , welches ein Signalperiode  $\lambda'$  aufweist, die halb so groß ist, wie die Encoderperiode  $\lambda$ . Hierdurch ergibt sich eine Auflösungserhöhung gegenüber der Anordnung in Fig. 2a.

In der Anwendung eines Sensorelementes nach Fig. 2b für Radlagersensoren ist es zweckmäßig, bei einem üblichen Lesedurchmesser 24 Polpaare pro Umfang zu wählen, so daß sich auf Grund der zuvor beschriebenen Auflösungserhöhung wiederum die für ABS-Regelgeräte gewünschte nominelle Auflösung von 48 Signalperioden pro Radumdrehung ergibt.

Fig. 3 zeigt einen erfindungsgemäßen aktiven Sensor 3 mit einem, der hier zur Sensierung des von einem Geberrades 1 veränderten Magnetfelds herangezogen wird. Als Geberrad 1 können neben permanentmagnetischen Geberelementen 1a (Encoder) auch ferromagnetische strukturierte Geberelemente, wie Lochscheiben 1b oder Zahnräder 1c, zum Einsatz kommen, wobei im Falle von nicht permanentmagnetischen Geberrädern zusätzliche Permanentmagnete benötigt werden, die bevorzugt am Drehzahlsensor befestigt sind.

Das Sensorelement 15 besteht aus zwei zueinander verschobenen oder gegeneinander verdrehten Teilwandlern TW1 und TW2. Bei den Teilwandlern TW1 und TW2 kann es sich um magneto-resistive Elemente oder Hall-Elemente handeln.

Durch die Verschiebung oder Verdrehung entstehen zwei unabhängige, gegeneinander phasenverschobene elektrische Teilsignale 38 und 39, insbesondere mit einem Signalverlauf nach dem Zusammenhang

$$A(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t) \text{ und}$$

$$B(t) = B \cdot \sin(\omega \cdot t \pm \varphi),$$

die den Kanälen SCS und SCC der Signalaufbereitungsstufe 13 zugeführt werden. Das von Signalaufbereitungsstufe 13 aufbereitete Impulssignal wird entweder einer Interpolatorstufe 16 zugeführt oder einem Logikbaustein 14 zugeführt.

Die Interpolatorschaltung 16 ist eine Signalfolgeschaltung, die eine Abtastung des Eingangssignal vornimmt.

Interpolatorstufe 16 unterteilt elektronisch jede Periode  $\omega t$  der Signale 32 und/oder 33 von  $360^\circ$  in kleinere Winkelschritte, (z.B.  $45^\circ$ ) und verarbeitet dann die Signale so weiter, daß am Ausgang des Interpolators 16 ein pulsförmiges Drehzahlsignal 26 und ein pulsförmiges Richtungssignal 27 bereitgestellt werden. Drehzahlsignal 26 hat hier die Form einer Impulskette, die Bruchteile von Winkelschritten (z.B.  $45^\circ$ ) der Encoderperioden ( $\omega t = 360^\circ$ ) wiedergibt. Die Frequenz der Impulskette bildet die Rotationsgeschwindigkeit mit einer erhöhten Winkelauflösung ab.

Zur Einstellung der gewünschten Ortsauflösung läßt sich der Interpolationsfaktor (Grad der Feinunterteilung) auf an sich bekannte Weise durch eine geeignete Auslegung der Schaltung variieren.

Es kann zweckmäßig sein, daß die Schaltung so ausgelegt wird, daß Umschaltmittel in der Schaltung vorgesehen sind, mittels derer der Interpolationsfaktor der Interpolatorschaltung 16 vom Steuergerät 5 auch über die Schnittstelle 4 umgeschaltet werden kann.

Bei dem alternativ einsetzbaren Logikbaustein 14 werden die Eingangssignale verarbeitet und an der Schnittstelle zwischen 14 und 6 die Signale 25 ( $\Delta\alpha(t)$ ) und 27 ( $\text{SGN}(t)$ ) bereitstellt. Hierbei ist Signal 25 eine Impulskette, deren Impulse synchron zu den Winkelstellungen der Nord-/ Südpole bezüglich

- 17 -

der Position des Sensorelements entstehen, so daß die Frequenz des Signals 25 die Rotationsgeschwindigkeit des Encoders abbildet.

Nach einem ersten Beispiel für eine Realisierung des Logikbausteins 14 werden alle positiven und negativen Flanken beider Signale 32 und 33 ausgewertet, um die Impulskette 25 zu generieren. Dies führt zu einer erhöhten Ortsauflösung von einem Achtel des Winkelsegmentes eines einzelnen Nord-/Südpolpaars des Encoders. Dieser Anwendungsfall ist dann vorteilhaft, wenn eine besonders hohe Ortsauflösung des erfindungsgemäßen Raddrehzahlsensors erzielt werden soll.

Nach einem weiteren Beispiel für eine Realisierung der Funktionsgruppe 14 werden alle positiven und negativen Flanken nur jeweils wahlweise eines der Signale 32 oder 33 ausgewertet, um die Impulskette 25 zu generieren. Die Ortsauflösung beträgt dann ein Viertel des Winkelsegmentes eines einzelnen Nord-/Südpolpaars des Encoders. Es ist ebenso gut möglich, lediglich entweder die positiven oder die negativen Flanken beider Signale auszuwerten.

In beiden Fällen ist die Ortsauflösung nur noch halb so groß, wie dies bei voller Ausnutzung der Signale der Fall wäre.

Der aktive Sensor ist über eine elektrische Stromschnittstelle 4 mit einem elektronischen Steuergerät einer Bremsvorrichtung 5 verbunden, welche eine Energieversorgung (Betriebsspannung VB) für den Sensor über einen ständig fließenden Grundstrom bereitstellt. Über die Zweidrahtleitung 24 werden pulsförmige Raddrehzahl-signale 12 mit dem Signalstrom  $I_s(t)$  übermittelt, wobei der Abstand der Impulse ein Maß für die Umlaufgeschwindigkeit des Encoders ist. Der Signalstrom überträgt zusätzlich die Drehrichtungsinformation über die Impulshöhe der Drehzahlimpulse an das Steuergerät 5, in dem dann auf einfache Weise eine Dekodierung des Signals mittels einer geeigneten Dekodierstufe vorgenommen werden kann.

Im elektronischen Steuergerät 5 werden die über die Schnittstelle 4 übertragenen Signale, nach dem sie dekodiert wurden, zweckmäßigerweise zur Ansteuerung von elektronischen Zählern genutzt, die die aufeinanderfolgenden Flankenabstände zeitlich vermessen und damit ein Maß für die Raddrehzahl bereitzustellen.

Der Signalstrom 12 besteht aus einer Kette von kurzen Stromimpulsen mit einer Dauer von vorzugsweise höchstens 100  $\mu$ s. Zur Übertragung der Drehrichtungsinformation sind zwei unterschiedlicher Impulshöhen mit den Strompegeln J1, J2 und J3 vorgesehen.

Besonders bevorzugt werden die Stromstärken wie folgt gewählt:

J1 = 3 mA, J2 = 7 mA, und J3 = 14 mA, wobei als zulässiges Toleranzband Werte im Bereich von  $\pm 20\%$  noch in der Dekodierstufe erkannt werden sollen. Selbstverständlich können auch andere sinnvolle Strompegelkombinationen gewählt werden.

Die Kodierung besteht darin, daß die ansteigende Flanke jedes Impulses, unabhängig von seiner Impulshöhe, als Raddrehzahlimpuls gewertet wird und damit ein Maß für die Raddrehzahl ist. Es ergibt sich hierdurch der Vorteil, daß Raddrehzahlimpuls und zugehörige Drehrichtungsinformation synchron übertragen werden können. Hierdurch wird ein zeitlicher Verzug beider sich durch deren Impulshöhe unterscheidenden Signalarten vermieden, was insbesondere zur Bestimmung des Abrollweges eines Rades ab einem vorgegebenen Startzeitpunkt von Vorteil ist.

Gemäß einem weiteren, nicht dargestellten, Beispiel der Erfindung ist die Funktionsgruppe 10 eine Anordnung von zwei Differenz-Hall-Elementen, deren sensorisch wirksame Flächen relativ in Bezug auf die Nord-/ Südpol-Periode  $\lambda$  des magnetisierten Encoders örtlich eng benachbart angeordnet sind, dergestalt, daß wiederum zwei phasenverschobene, im Idealfall orthogonale Signalspannungen  $V_A(t)$  und  $V_B(t)$  erzeugt werden, wenn der Encoder rotiert. Die Hall-Flächen werden in diesem Fall vorzugsweise senkrecht zum Encoder ausgerichtet, so daß der Vektor der aus den Magnetpolen senkrecht austretenden Feldkomponente senkrecht durch die Flächenebene der Hall-Struktur verläuft.

Die vorstehend beschriebene Anordnung erlaubt eine Verarbeitung der Signale in Funktionselement 14 in der Weise, daß eine Ortsauflösung von ein Viertel des Winkelsegmentes oder alternativ eine Ortsauflösung von ein Halb des Winkelsegmentes erreicht werden kann.

Fig. 4 zeigt ein weiteres Beispiel für einen aktiven Kraftfahrzeugdrehzahlsensor 3. Der Sensor 3 unterscheidet sich vom Sensor in Fig. 3 durch ein abgewandeltes Sensorelement 20. Sensorelement 20 umfaßt zwei um den Mittenabstand  $X$  gegeneinander verschobene AMR-Halbbrücken bzw. Halbbrückenzweige, welche, wie weiter oben beschrieben, zueinander phasenverschobene, insbesondere im wesentlichen orthogonale, elektrische Signale 38 und 39 an die Aufbereitungsstufe 13 heranzuführt.

In Verbindung mit Sensorelement 20 ist es besonders zweckmäßig, einen magnetisierten Encoder einzusetzen, allerdings sind die bereits beschriebenen nicht selbst magnetisierten Encoder mit einem Vorspannmagnet ebenfalls einsetzbar.

**Patentansprüche**

1. Aktiver Magnetfeldsensor, insbesondere zur Erfassung der Raddrehzahl in Kraftfahrzeugen, umfassend mindestens ein Magnetsensorelement (10,21,36) zur Umwandlung eines zeitlich periodischen magnetischen Feldes in ein zeitlich periodisches elektrisches Sensorsignal an Signalausgängen (37,31) und eine elektronische Signalauswerteschaltung, wobei der Magnetfeldsensor über eine Sensorschnittstelle elektrisch versorgt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß in zwei oder mehreren getrennten, jeweils den Sensorsignalen zugeordneten, Signalkanälen der Auswerteschaltung eine aktive elektrische Verarbeitung von periodischen Signalen (38,39) des Magnetsensorelementes erfolgt.
2. Magnetfeldsensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem elektrischen Schaltungselement (16) der Signalauswerteschaltung eine oder mehrere Signalperioden, die vom Sensorelement stammen, in kleinere Winkelschritte unterteilt werden, so daß ein oder mehrere Signale mit erhöhter Winkelauflösung entstehen.
3. Magnetfeldsensor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die aus den Signalkanälen gewonnenen Information, wie z.B. Drehzahlsignale, Richtungssignale etc., zeitsynchron an den Signalausgängen ausgegeben werden.
4. Magnetfeldsensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß an einem ersten und einem weiteren Signalausgang (37,31) des Magnetsensorelementes jeweils ein erstes und ein weiteres elektrisches

periodisches Sensorsignal (38,39) erzeugt wird, wobei insbesondere das zweite Sensorsignal des Sensorelements gegenüber dem ersten Sensorsignal eine Phasenverschiebung  $\pm\varphi$  aufweist.

5. Magnetfeldsensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwei oder mehrere unabhängige Teilwandler (22,23,28,29) auf einer flächigen Hauptebene (30) des Sensorelements angeordnet sind, welche zur Erzeugung einer Phasenverschiebung  $\pm\varphi$  örtlich um einen bestimmten Betrag zueinander verschoben oder um einen bestimmten Winkel gegeneinander verdreht sind.
6. Magnetfeldsensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Teilwandler Brückenschaltungen und/oder Teilzweige von Brückenschaltungen sind.
7. Magnetfeldsensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Teilwandler magnetoresistive Elemente oder Hall-Elemente umfassen.
8. Magnetfeldsensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Teilwandler Differenz-Hall-Elemente umfassen.
9. Magnetfeldsensor nach mindestens einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hauptebene (30) parallel zu einer durch die Normale auf der Encoderspur (42) und der Drehrichtung des Encoders (46) aufgespannten Fläche ausgerichtet ist.
10. Magnetfeldsensor nach mindestens einem der Ansprüche 5

- bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Brückenschaltungen Wheatstone-Brücken sind, die gegeneinander um einen Winkel von etwa  $45^\circ$  verdreht sind.
11. Magnetfeldsensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß an einem nach außen geführten Signalausgang des Sensors (34) ein Ausgangssignal (12) erzeugt wird, welches impulsodiert die Drehzahlinformation eines am Sensor vorbeibewegten Encoders enthält, wobei die Amplitude des Drehzahlsignals zur Kodierung der Drehrichtung herangezogen wird.
12. Magnetfeldsensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einer Signalaufbereitungsstufe (13) die Sensorsignale (38,39) elektronisch in verstärkte Rechtecksignale (32,33) gewandelt werden, die zu den Sensorsignalen frequenzgleich sind und bei denen die ursprüngliche Phasenverschiebung zwischen den Signalkanälen erhalten bleibt.
13. Magnetfeldsensor nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem elektrischen Schaltungselement (14) alle positiven und/oder negativen Flanken der Rechtecksignale (32) eines ersten Kanals und/oder alle positiven und negativen Flanken von einem oder mehreren weiteren Rechtecksignalen (33) ausgewertet werden.
14. Magnetfeldsensor nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem elektrischen Schaltungselement (14') alle positiven und negativen Flanken des Rechtecksignals (32,33) von nur einem Kanal oder von zwei Kanälen ausgewertet wird.



- 23 -

15. Magnetfeldsensor nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Schaltungselement (14, 14') die Flankeninformationen des oder der eingehenden Signal-s/-e so verarbeitet wird/werden, daß daraus ein erstes Signal mit einer Information über die Bewegungsgeschwindigkeit (25) und ein zweites Signal mit einer Information über die Drehrichtung (27) erzeugt wird.
16. Magnetfeldsensor nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Bewegungsgeschwindigkeitssignal (25) und das Drehrichtungssignal (27) einem Modulator (6) zugeführt werden, der aus beiden Signalen ein einziges amplitudenmoduliertes Impulssignal erzeugt, welches am Ausgang des aktiven Sensors austritt.
17. Magnetfeldsensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß am Ausgang des Sensors (34) über eine zweiadrige Schnittstelle (4) Stromimpulse ausgegeben werden, deren Abstand ein Maß für die Umfangsgeschwindigkeit eines am Sensorelement vorbeilaufenden Encoders ist und diese Stromimpulse abgesehen von einem ggf. vorgegebenen Offsetstrom zwei fest vorgegebene unterschiedliche nicht überlappende Strompegelsollwertbereiche (35) besitzen, die von Null verschieden sind.

- 24 -

18. Magnetfeldsensor nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Pulsdauer der ausgegebenen Drehzahlimpulse konstant ist.
19. Magnetfeldsensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Signalaufbereitungsstufe (13), das Schaltungselement (14,14',16) und der Modulator (6) in einem gemeinsamen Gehäuse, insbesondere auf einem gemeinsamen Chip integriert sind.
20. Magnetfeldsensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ortsauflösung, mit der der aktive Sensor das periodische Magnetfeld abfühlt, mittels eines über einen Bus oder eine Leitung herangeführten externen Steuersignals wählbar ist.
21. Sensoranordnung aus einem Magnetfeldsensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 20 und einem Encoder, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Encoder ein permanentmagnetischer Encoder (1a) oder ein ferromagnetischer Encoder (1b,1c) ist.
22. Radlagersensoreinheit umfassend einen ringförmigen Encoder, der insbesondere in einer Radlagerdichtung integriert ist, und einen aktiven Sensor, **gekennzeichnet** durch einen aktiven Magnetfeldsensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 20.
23. Kraftfahrzeugbeeinflussungsvorrichtung umfassend mehrere mit den Rädern verbundene Encoder mit jeweils mindestens einem den Encoder abführenden Magnetfeldsensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 20, und ein mit den

aktiven Sensoren über Schnittstellen (4) verbundenes elektronisches Steuergerät (5), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorrichtung, insbesondere das Steuergerät, Mittel zur Verarbeitung der Raddrehzahlinformation und der Drehrichtungsinformation Weiterfahrtbeeinflussungsmittel umfaßt, so daß sich in Abhängigkeit von den Raddrehzahlinformationen unerwünschtes Rollen des Fahrzeugs auf einer schiefen Ebene verhindern läßt.

24. Verwendung des Magnetfeldsensors nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 20 in Wegroll- und/oder Wegfahrsperrsystemen und/oder Systemen zur Diebstahlsicherung.
25. Verwendung des Magnetfeldsensors nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 20 in Bremspedalweggebern für Kraftfahrzeuge, in der ein linearer stabförmiger Encoder in Abhängigkeit von der Bremspedalbetätigung verschoben wird, insbesondere in elektrohydraulischen oder elektromechanischen Brems- und Fahrdynamiksteuerungssystemen.
26. Verfahren zum Eingriff in die Weiterfahrt eines Kraftfahrzeugs, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch Eingriff in eine Vorrichtung zur Fahrzeugsteuerung, insbesondere in ein Steuergerät eines Fahrdynamik- und/oder Bremsenreglers, das Rollen des Kraftfahrzeugs auf einer schiefen Ebene unterbunden wird, in dem Bewegungssignale und Richtungssignale eines Magnetfeldsensors nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 20 durch die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung ausgewertet werden.

Fig. 1

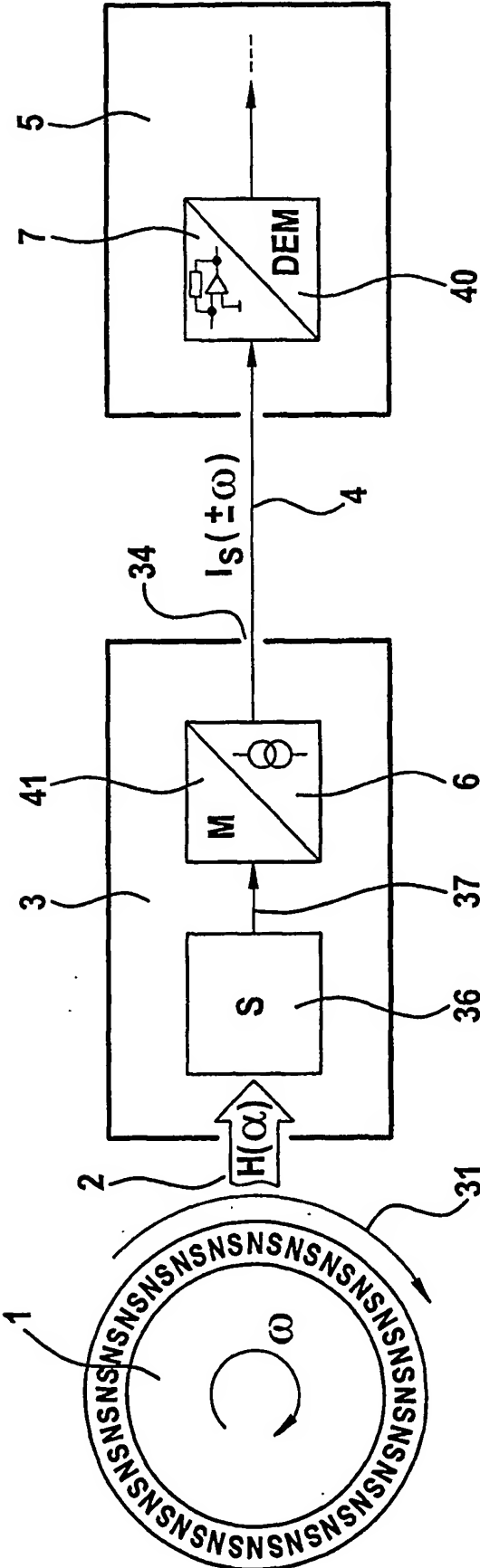
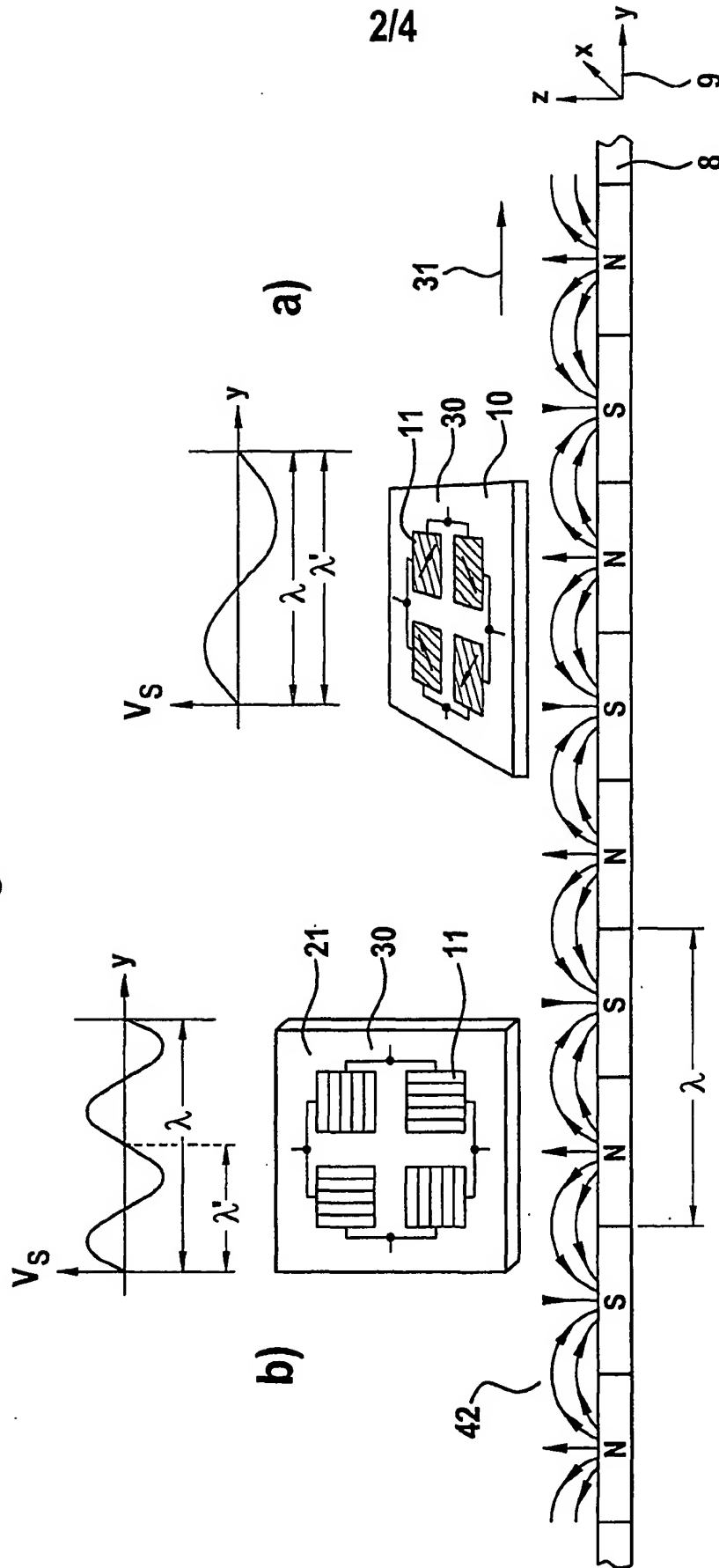


Fig. 2



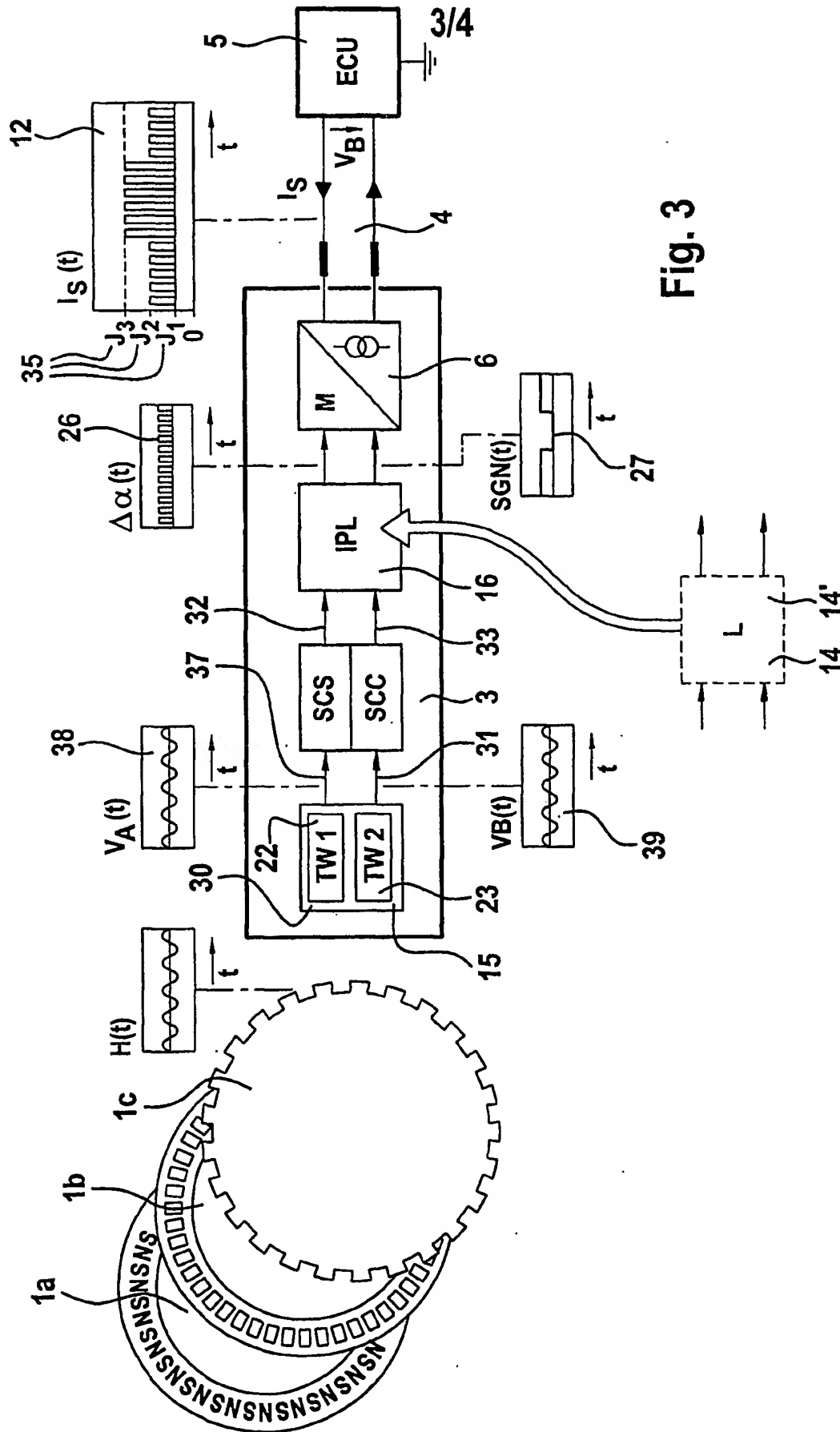
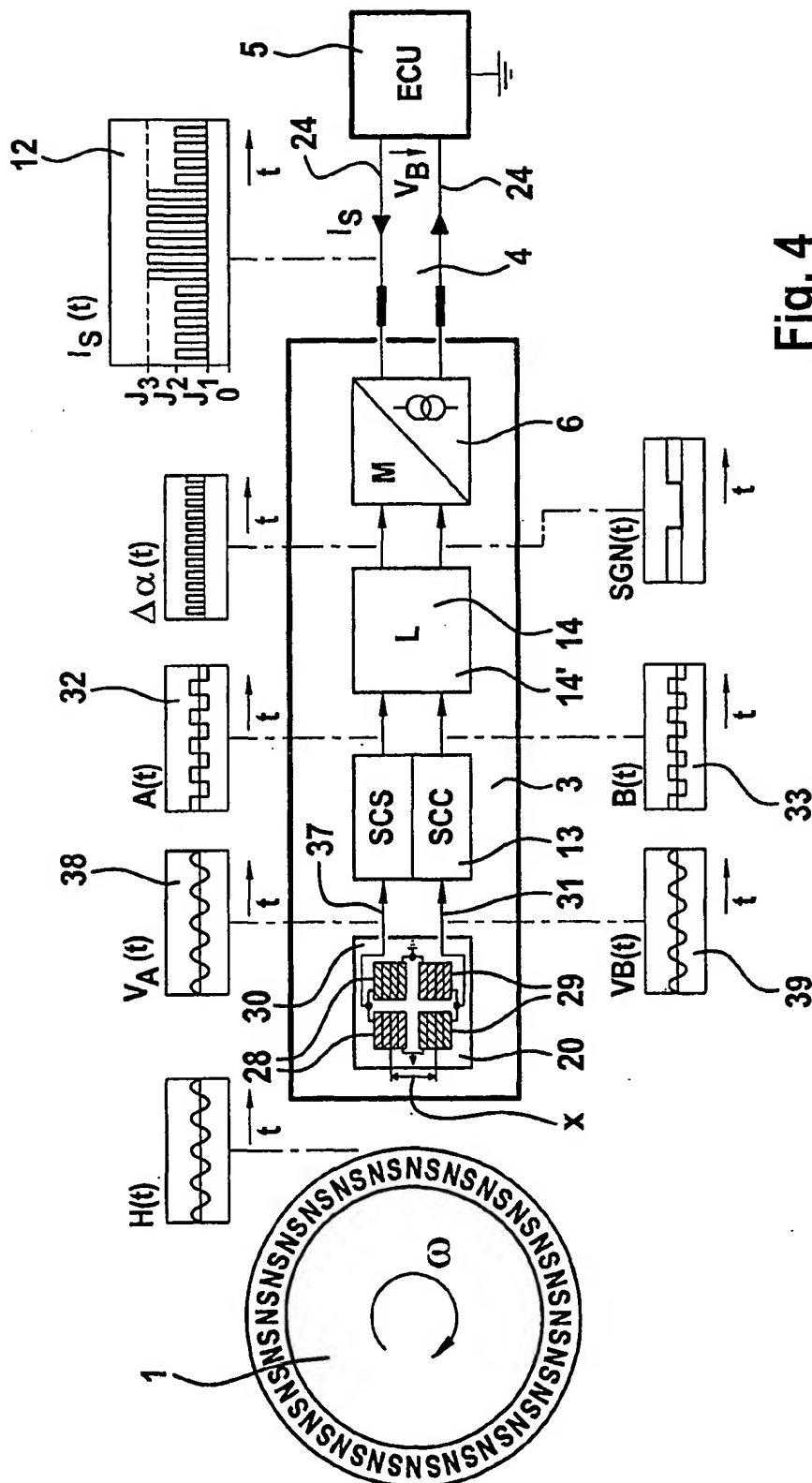


Fig. 3



**Fig. 4**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/08920

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01D5/14 G01D5/16 G01D5/244

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01D G01P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 196 18 867 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27 February 1997 (1997-02-27)  the whole document	1, 3, 13, 15-17, 19-21
Y		2, 4-9, 12, 22, 25
A		15, 16
X	DE 199 11 774 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG) 2 December 1999 (1999-12-02) cited in the application the whole document	1, 3, 7, 17, 21
Y	DE 32 11 554 A (JENOPTIK JENA GMBH) 20 January 1983 (1983-01-20) abstract; figure 1	2
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 December 2001

Date of mailing of the international search report

03/01/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Chapple, I



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In International Application No

PCT/EP 01/08920

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 036 276 A (AIZAWA HITOMI) 30 July 1991 (1991-07-30) column 1, line 15 -column 2, line 17; figures 2-4	4-7,9,12
A	----	10
Y	US 6 051 971 A (HOLDEN PETER G) 18 April 2000 (2000-04-18) abstract; figures 2,3	8
Y	EP 0 949 510 A (HUTCHINSON) 13 October 1999 (1999-10-13) abstract; figures 1-3	22
Y	DE 197 01 069 A (BOSCH GMBH ROBERT) 16 July 1998 (1998-07-16) the whole document -----	25

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/08920

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19618867	A	27-02-1997	DE 19618867 A1	27-02-1997
			WO 9708674 A1	06-03-1997
			EP 0788645 A1	13-08-1997
			JP 10510629 T	13-10-1998
			US 6282954 B1	04-09-2001
DE 19911774	A	02-12-1999	DE 19911774 A1	02-12-1999
			WO 9949322 A1	30-09-1999
			EP 1064559 A1	03-01-2001
DE 3211554	A	20-01-1983	DD 206053 A3	11-01-1984
			DE 3211554 A1	20-01-1983
US 5036276	A	30-07-1991	JP 2264818 A	29-10-1990
US 6051971	A	18-04-2000	AT 200707 T	15-05-2001
			DE 69704593 D1	23-05-2001
			DE 69704593 T2	09-08-2001
			EP 0826138 A1	04-03-1998
			WO 9734126 A1	18-09-1997
			JP 11506211 T	02-06-1999
EP 0949510	A	13-10-1999	FR 2777060 A1	08-10-1999
			EP 0949510 A1	13-10-1999
DE 19701069	A	16-07-1998	DE 19701069 A1	16-07-1998

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/08920

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 G01D5/14 G01D5/16 G01D5/244

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 G01D G01P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 196 18 867 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27. Februar 1997 (1997-02-27)	1,3,13, 15-17, 19-21
Y	das ganze Dokument	
A	---	2,4-9, 12,22,25 15,16
X	DE 199 11 774 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG) 2. Dezember 1999 (1999-12-02) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1,3,7, 17,21
Y	DE 32 11 554 A (JENOPTIK JENA GMBH) 20. Januar 1983 (1983-01-20) Zusammenfassung; Abbildung 1	2
	---	
	-/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Dezember 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

03/01/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Chapple, I

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

lr      onales Aktenzeichen

PCT/EP 01/08920

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 036 276 A (AIZAWA HITOMI) 30. Juli 1991 (1991-07-30) Spalte 1, Zeile 15 -Spalte 2, Zeile 17; Abbildungen 2-4	4-7,9,12
A	---	10
Y	US 6 051 971 A (HOLDEN PETER G) 18. April 2000 (2000-04-18) Zusammenfassung; Abbildungen 2,3	8
Y	EP 0 949 510 A (HUTCHINSON) 13. Oktober 1999 (1999-10-13) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3	22
Y	DE 197 01 069 A (BOSCH GMBH ROBERT) 16. Juli 1998 (1998-07-16) das ganze Dokument -----	25

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Ir  
ionales Aktenzeichen  
PCT/EP 01/08920

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19618867 A	27-02-1997	DE 19618867 A1 WO 9708674 A1 EP 0788645 A1 JP 10510629 T US 6282954 B1	27-02-1997 06-03-1997 13-08-1997 13-10-1998 04-09-2001
DE 19911774 A	02-12-1999	DE 19911774 A1 WO 9949322 A1 EP 1064559 A1	02-12-1999 30-09-1999 03-01-2001
DE 3211554 A	20-01-1983	DD 206053 A3 DE 3211554 A1	11-01-1984 20-01-1983
US 5036276 A	30-07-1991	JP 2264818 A	29-10-1990
US 6051971 A	18-04-2000	AT 200707 T DE 69704593 D1 DE 69704593 T2 EP 0826138 A1 WO 9734126 A1 JP 11506211 T	15-05-2001 23-05-2001 09-08-2001 04-03-1998 18-09-1997 02-06-1999
EP 0949510 A	13-10-1999	FR 2777060 A1 EP 0949510 A1	08-10-1999 13-10-1999
DE 19701069 A	16-07-1998	DE 19701069 A1	16-07-1998